
Kwasy karboksylowe – właściwości i zastosowanie

Beata Chmiel

Poniżej opisano przebieg lekcji w klasie drugiej o zakresie podstawowym w technikum ekonomicznym.

Cele dydaktyczno - wychowawcze:

- rozwijanie aktywnej postawy badawczej,
- rozwijanie umiejętności bezpiecznego posługiwania się sprzętem laboratoryjnym, zdolności obserwacji, analizy wyników doświadczeń, logicznego myślenia, wnioskowania,
- kształtowanie umiejętności poszukiwania związków przyczynowo – skutkowych.

Cele operacyjne

Uczeń potrafi:

- pisać równania dysocjacji elektrolitycznej kwasów karboksylowych,
- omówić zależność pomiędzy długością grupy alkilowej a stanem skupienia i rozpuszczalnością kwasów karboksylowych w wodzie,
- wykazać, z czego wynikają właściwości grupy hydrofilowej i hydrofobowej w cząsteczce kwasu karboksylowego,
- wymienić przykłady występowania wybranych kwasów karboksylowych w naturze,
- wyjaśnić związek pomiędzy właściwościami wybranych kwasów karboksylowych a ich zastosowaniem.

Metoda wiodąca:

problemowa i praktyczna, metoda wspomagająca: seminaryjna.

Przebieg lekcji

Faza wstępna

Nauczyciel zapytał, czym uczniowie mogliby odkamienić czajnik, usunąć osad z mydła lub odrdzewić rower bez kupowania specjalistycznych preparatów. Padły odpowiedzi, że odrdzewiaczem może być coca-cola a odkamieniaczem jakikolwiek kwas. Nauczyciel przypomniał, że silny, stężony kwas może spowodować poparzenie ciała i zapowiedział, że po dzisiejszej lekcji uczniowie będą znali bezpieczne i tanie środki. Nauczyciel podał temat oraz cele lekcji.

Nauczyciel zapytał o występowanie w naturze i otoczeniu ucznia kwasów karboksylowych i przypomniał wiele mówiące nazwy zwyczajowe: kwas mrówkowy, masłowy, cytrynowy, jabłkowy, mlekowy, octowy itp.

Uczniowie podali oczywiście dla nich przykłady:

Ocet – to wodny roztwór kwasu octowego wytwarzanego przez bakterie w procesie fermentacji octowej, a kwas cytrynowy znajduje się między innymi w cytrynach.

Nauczyciel zadawał pytania wprowadzające w tematykę lekcji i dotyczące ogólnej budowy kwasów karboksylowych, sposobów zapisu wzorów oraz nazewnictwa, a uczniowie przypominali wiadomości z poprzedniej lekcji.

Nauczyciel poprosił o wymienienie przykładów właściwości chemicznych i fizycznych związków chemicznych.

Uczniowie wymienili między innymi: stan skupienia, rozpuszczalność w wodzie, zapach, odczyn związku w wodnym roztworze.

Faza realizacji

Nauczyciel polecił zaprojektować doświadczenie, w którym uczniowie zbadają właściwości kwasów karboksylowych mając do dyspozycji jedynie zestaw znajdujący się na stole: podpisane próbki kwasów karboksylowych (nasyconych i nienasyconych o różnych długościach grup alkilowych), próbówki, bagietki, zlewki i wodę.

Doświadczenie 1.

Po zaplanowaniu czynności uczniowie (pracując w grupach) określili stan skupienia, zapach i rozpuszczalność kwasów w wodzie. Wykonali schematyczne rysunki, a wyniki obserwacji zapisali we wspólnej tabelce. Wyszuli wniosek, że obecność grupy funkcyjnej (karboksylowej) nie powoduje podobieństw we właściwościach fizycznych.

Nauczyciel przedstawił problem: *Czy istnieje prawidłowość, dzięki której można przewidywać, jakie właściwości będą mieć inne kwasy karboksylowe?*

Uczniowie stawiali różne **hipotezy**. Wśród nich pojawiło się przypuszczenie, że cechy te mogą zależeć od długości grupy alkilowej (wzorowali się na poznanej wcześniej zależności między długością łańcuchów węglodorów a ich właściwościami).

Dochodzenie do wiadomości

Uczniowie zapisali wzory strukturalne kwasów i ułożyli wyniki doświadczenia zapisane w tabelce według wzrastającej liczby atomów węgla w cząsteczkach - osobno dla kwasów nasyconych, a osobno dla nienasyconych. Następnie uczniowie **zweryfikowali hipotezy** i zapisali **zintegrowane wiadomości**.

Nauczyciel zapytał o przyczyny kwasowego odczynu roztworów. Uczniowie odpowiadali, że kwasowy odczyn roztworu wynika z przewagi jonów H_3O^+ nad OH^- , która występuje dzięki uprzedniemu istnieniu w roztworze kationów H^+ .

Nauczyciel poprosił o zapisanie wzoru kwasu etanowego (octowego), a wskazany uczeń zapisał na tablicy wzór strukturalny i sumaryczny.

Nauczyciel zapytał, ile atomów wodoru ma cząsteczka tego kwasu? Uczniowie odpowiedzieli, że aż cztery. Nauczyciel poprosił, aby uczniowie zastanowili się, czy może istnieć wprost proporcjonalna zależność między liczbą atomów wodoru w cząsteczkach kwasów, a kwasowością ich roztworów. Jeden z uczniów przypuszczał, że *„im więcej atomów wodoru tym pH będzie niższe, tak więc bardzo niskie pH będzie mieć kwas karboksylowy o długim łańcuchu alkilowym”*. Inny uczeń zaoponował, twierdząc, że *„cząsteczka kwasu solnego ma tylko jeden atom wodoru a jego pH jest tak niskie, że można poparzyć się tym kwasem, natomiast kwas octowy można nawet spożywać bez szkody dla zdrowia - więc na pewno ma pH wyższe”*. Kolejny uczeń zauważył, że *„spożywa się tylko rozcieńczony kwas octowy”*.

Uczniowie postawili więc **problem**: *Jaki jest odczyn wodnego stężonego roztworu kwasu octowego i jakie jest tego teoretyczne uzasadnienie?*

Dochodzenie do wiadomości

Uczniowie postanowili sprawdzić eksperymentalnie odczyn roztworu kwasu octowego i stwierdzili, że potrzebują w tym celu, oprócz próbki kwasu octowego, szklane bagietki i wskaźniki pH.

Nauczyciel udostępnił uczniom wskazany przez nich zestaw.

Doświadczenie 2.

Uczniowie zbadali odczyn kwasu, zapisali obserwacje i wyciągnęli wniosek: jest to słaby kwas – roztwór zawiera niewielkie stężenie kationów wodoru.

Nauczyciel postawił pytanie pomocnicze: *Czy wszystkie protony wodorowe z cząsteczki kwasu karboksylowego uległy odszczepieniu?* Wśród **hipotez** przeważały przypuszczenia, że nie wszystkie protony odszczepiły się.

Nauczyciel postawił **problem**: *które protony odszczepiły się, a które nie i na jakiej podstawie możemy to określić?*

Uczniowie przypuszczali, że można odpowiedzieć na to po ustaleniu siły wiązań między atomami, która może wynikać z polaryzacji wiązań.

Nauczyciel rozdał tablice chemiczne.

Dochodzenie do wiadomości

Korzystając ze skali elektroujemności Paulinga uczniowie obliczyli różnicę elektroujemności pomiędzy atomem wodoru a atomem węgla oraz atomem wodoru a atomem tlenu. Ustalili, że atom tlenu silniej niż atom węgla przyciąga „elektron wodorowy”, czyli ten pochodzący w wiązaniu od atomu wodoru, a z tego wynika, że w środowisku wodnym łatwiej się oderwie ten proton, który jest związany z atomem tlenu.

Nauczyciel wyjaśnił, że dodatkowo polaryzacja wiązania węgiel-tlen powoduje niedobór ładunku na atomie węgla, który zostaje jak gdyby uzupełniony przesunięciem elektronów tworzących wiązanie O-H. Z tego powodu następuje osłabienie wiązania O-H, co umożliwia odszczepienie jonu H^+ .

Po **weryfikacji hipotez** nastąpiła **integracja wiadomości**, zapis równania dysocjacji kwasu.

Nauczyciel zapytał, czy w cząsteczce kwasu można wyróżnić odrębne części. Wyróżniono część alkilową zwaną ogonem i część pozostałą zwaną głową. Nauczyciel przedstawił kolejny **problem**: *Czy chemiczne właściwości „głowy” cząsteczki kwasu różnią się od właściwości „ogona”? Jeśli tak, to z czego wynikają różnice?*

Uczniowie stawiali **hipotezy** na podstawie doświadczenia 1. (różnice w rozpuszczalności kwasów z małymi i dużymi „ogonami”) oraz na podstawie różnych wartości elektroujemności atomów (ustalone po doświadczeniu 2.). Nauczyciel rozdał teksty źródłowe na mini seminarium.

Dochodzenie do wiadomości:

Uczniowie czytali tekst i poznali pojęcia „hydrofilowy” i „hydrofobowy”. Ustalili, która część cząsteczki ma właściwości hydrofilowe a która hydrofobowe oraz z czego one wynikają. **Zweryfikowali** i uzupełnili swoje wcześniejsze hipotezy.

Integracja wiadomości nastąpiła w postaci notatki sprawdzonej przez nauczyciela.

Faza rekapitulacji

Nauczyciel rozdał przyniesione etykiety różnych produktów, zawierających w swym składzie kwasy.

Uczniowie czytali przyniesione przez siebie i przez nauczyciela etykiety z opakowań środków czystości (np. odkamieniacz, odrdzewiacz, środek grzybobójczy), produktów spożywczych (np. ogórki konserwowe, kwas cytrynowy) i leków, sprawdzając, czy któreś z nich zawierają kwasy. Ustalali, jakie właściwości kwasu zostały wykorzystane w danym produkcie. I tak na przykład:

- kwasowy charakter octu nie sprzyja rozwojowi mikroorganizmów powodujących psucie żywności,
- ocet rozтворя kamień kotłowy:

$$\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- ocet służy do odrdzewiania czyli roztwarzania tlenków i wodorotlenków żelaza:

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{CH}_3\text{COOH} = 2(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$$

Uczniowie zapisywali zebrane informacje na dużych arkuszach brystolu.

Nauczyciel zadał zadanie domowe: Wymień jeszcze inne zastosowania kwasów karboksylowych i zapisz na posterze.

Na następnej lekcji ilustrowane postery zostały ocenione i zawieszono na ścianach w pracowni chemicznej.